

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 196 47 305 C 1

⑤1 Int. Cl. 6:  
F 01 L 9/04  
F 01 L 1/22

②1 Aktenzeichen: 196 47 305.5-13  
②2 Anmeldetag: 15. 11. 96  
④3 Offenlegungstag: —  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 5. 2. 98

DE 196 47 305 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:  
Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,  
DE

⑦2 Erfinder:  
Ballmann, Rainer, Dipl.-Ing., 70736 Fellbach, DE;  
Enderle, Christian, Dipl.-Ing., 73666 Baltmannsweiler,  
DE; Wurster, Paul, Dipl.-Ing., 75382 Althengstett, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE 43 36 287 C1

⑤4 Vorrichtung zur elektromagnetischen Betätigung eines Gaswechselventils

⑤7 Eine Vorrichtung zur elektromagnetischen Betätigung eines Gaswechselventils für Verbrennungsmotoren ist mit einer mit dem Gaswechselventil zusammenwirkenden und in einem Zylinderkopf vorgesehenen Aktoreinheit versehen, welche einen Anker und zwei beidseitig des Ankers angeordnete Schaltmagnete aufweist, wobei die Schaltmagnete das Gaswechselventil in einer Offen- und in einer Schließstellung halten. Die Aktoreinheit ist schwimmend in dem Zylinderkopf gelagert, wobei an der oder in der dem Gaswechselventil abgewandten Seite der Aktoreinheit eine Spielausgleichseinrichtung mit einem Spielausgleichskolben mit einem ersten und einem zweiten Druckraum angeordnet ist. Der erste Druckraum ist motordruckabhängig gesteuert und der zweite Druckraum ist über ein Rückschlagventil mit dem ersten Druckraum verbunden. Über eine Drosselleitung zwischen dem Spielausgleichskolben und einem diesen umgebenden Zylinder ist Druckmittel aus dem zweiten Druckraum abführbar.

DE 196 47 305 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur elektromagnetischen Betätigung eines Gaswechselventiles für Verbrennungsmotoren nach der im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Art.

Eine Vorrichtung dieser Art ist aus der DE 43 36 287 C1 bekannt. Bei dieser Vorrichtung sollen Längenänderungen im Ventiltrieb während des Betriebes ausgeglichen werden. Hierzu dienen Klemmelemente. Wird bei geschlossenem Ventil die Klemmung des Schaltmagneten durch die Klemmelemente gelöst, so zieht sich der Schaltmagnet über den Anker entsprechend an. Auf diese Weise wird sichergestellt, daß der für die Schließstellung zuständige Schaltmagnet "nachgestellt" werden kann, bzw. es wird dafür gesorgt, daß der Anker stets exakt an der Auflage- bzw. Polfläche des Magnetkörpers des Schaltmagneten anliegt.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde die eingangs erwähnte Vorrichtung weiter im Sinne eines einfachen hydraulischen Längenausgleiches im Ventiltrieb während des Betriebes zu verbessern.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die im kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

Der Aktor ist nunmehr gemäß der Erfindung schwimmend gelagert. Dies bedeutet, daß die komplette Aktoreinheit mit den Elektromagneten, der Ankerplatte und den übrigen Teilen entlang der Ventilachse im Zylinderkopf verschiebbar eingebaut ist. Hierzu kann die Aktoreinheit aus einem vormontierbaren Bauteil bestehen. Durch das bewußt austretende Druckmittel, im allgemeinen Öl, können als weiterer Vorteil damit auch alle bewegten Teile der Vorrichtung mittels einer entsprechenden Kanalführung mit Schmieröl versorgt werden.

Durch den Spielausgleichskolben wird sowohl "positives" als auch "negatives" Ventilspiel ausgeglichen. "Negatives" Ventilspiel bedeutet, daß das Ventil nicht mehr richtig schließt. In diesem Falle wird Druckmittel aus dem zweiten Druckraum solange abgeführt, bis das Ventilspiel Null ist bzw. ein Längenausgleich erfolgt ist. Umgekehrt wird bei einem "positiven" Spiel, d. h. daß bei einem korrekt auf dem Ventilsitz liegenden Ventil zwischen dem Ventilschaft und der Aktoreinheit ein Spiel vorhanden ist, solange Druckmedium in den ersten Druckraum des Spielausgleichskolbens zugegeben, bis das vorstehend genannte Spiel wieder ausgeglichen ist bzw. bis der Ventilschaft spielfrei mit der Aktoreinheit zusammenwirkt.

Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den beiden nachfolgend anhand der Zeichnung beschriebenen Ausführungsbeispielen.

Es zeigt:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung

Fig. 2 einen Längsschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Eine Aktoreinheit weist zwei Elektromagnete 1 und 2, eine obere Feder 3, die sich an einem Federteller 4 abstützt, einen Führungsstift 5 und eine Ankerplatte 6 auf. Die Aktoreinheit ist in einem Zylinderkopf 7 angeordnet und längs der Ventilachse verschiebbar bzw. schwimmend eingebaut. Die Aktoreinheit kann aus einem vormontierbaren Bauteil bestehen. Bei Rechteckaktoren kann die obere Führung über ein Gehäuse einer hydraulischen Spielausgleichseinrichtung 8 oder durch ein zusätzliches Bauteil realisiert werden. Die untere

Führung wird durch ein zylindrisches Teil dargestellt. Bei Topfmagneten mit zylindrischer Magnetform kann das Gehäuse des Aktors selbst als Führung verwendet werden.

Ein Ventil 9, das im geschlossenen Zustand an einem Ventilsitzring 10 anliegt, ist weiter mit einer unteren Feder 11 versehen, die sich mit ihrem einen Ende am Zylinderkopf 7 und mit ihrem anderen Ende an einer Stützplatte 12 abstützt, die sich am hinteren Ende eines Ventilschaftes 13 des Ventils 9 befindet. Der Ventilschaft 13 fluchtet mit dem bzw. liegt koaxial zu dem Führungsstift 5 und im Idealzustand soll stirnseitig zwischen den beiden Teilen kein Spiel vorhanden sein.

Die Spielausgleichseinrichtung 8 weist als zentrales Teil einen Spielausgleichskolben 14 und einen diesen umgebenden Zylinder 15 auf. Der Spielausgleichskolben 14 weist einen ersten, oberen Druckraum 16 und einen zweiten, unteren Druckraum 17 auf. Zwischen den beiden Druckräumen 16 und 17 befindet sich ein Rückschlagventil 18, das durch eine Rückhaltefeder 19 in Schließstellung gehalten wird. Das Rückschlagventil 18 öffnet bei Überdruck in Richtung zum zweiten Druckraum 17. Zwischen dem Spielausgleichskolben 14 und dem Zylinder 15 liegt ein gewolltes Spiel als Drosselverbindung 28 derart vor, daß in Form einer gedrosselten Druckmittelableitung Druckmittel aus dem zweiten Druckraum 17 nach außen entweichen kann. Wie aus der Zeichnung ersichtlich kann das auf diese Weise verdrängte Druckmittel über Spalte zwischen einem Abschlußdeckel 20 und dem oberen Elektromagneten 1 sowie zwischen der Aktoreinheit und dem Zylinderkopf 7 gezielt entweichen.

Der Spielausgleichskolben 14 ist zentrisch bzw. koaxial zur Ventillängsachse im oder außerhalb des oberen Elektromagneten 1 positioniert. Auf die Weise liegt der Kraftfluß der Federn 3 und 11 des Ventils 9 und der Spielausgleichseinrichtung 8 auf einer Achse.

Je nach Ausführung ist der Werkstoff der Ventilkugel des Rückschlagventiles 18 nichtmagnetisch auszuführen, um den Einfluß der Feldkräfte für die Ausgleichsfunktion auszuschließen.

Durch eine entsprechende Führung des aus dem zweiten Druckraum 17 austretenden Druckmittels als Öl können über entsprechende Bohrungen und Kanäle alle bewegten Teile mit Schmieröl versorgt werden.

Die beiden Elektromagnete 1 und 2 der Aktoreinheit sind fest miteinander verbunden, jedoch längs zur Ventilachse verschieblich. Über eine Druckmittelzuleitung 21 wird der Spielausgleichskolben 14 motordruckabhängig mit Druckmittel versorgt.

Das Ausführungsbeispiel nach der Fig. 1 funktioniert auf folgende Weise:

Sobald der Elektromagnet 1 die Ankerplatte 6 in der Schließposition hält, wird das Ventilspiel über die Spielausgleichseinrichtung ausgeglichen. Die Spielausgleichseinrichtung 8 stützt sich dabei an dem Abschlußdeckel 20 ab, der mit dem Zylinderkopf 7 fest verbunden ist. Die Spielausgleichseinrichtung 8 kann somit nur Druckkräfte übertragen. Die Rückhaltefeder 19 ist so ausgelegt, daß das Rückschlagventil 18 nicht öffnen kann, wenn kein Spiel vorhanden ist. Das Rückschlagventil 18 verschließt damit die Verbindung zwischen den beiden Druckräumen 16 und 17. Schließt das Ventil nicht richtig, d. h. ist ein "negatives" Ventilspiel vorhanden, so stellt sich eine Druckerhöhung in dem Druckraum 17 durch die nach oben gerichtete Bewegung der Aktoreinheit ein. Diese Druckerhöhung bewirkt, daß das Druckmittel aus dem Druckraum 17 über den Ringspalt

28 als Drosselverbindung zwischen dem Spielausgleichskolben 14 und dem Zylinder 15 entweichen kann und zwar solange bis das Spiel am Ventilsitz zwischen dem Ventil 9 und dem Ventilsitz 10 Null ist.

Selbstverständlich kann das Druckmittel aus dem Druckraum 17 auch durch anderweitige gewollte Leckagen, z. B. Aussparungen, Bohrungen oder ähnlichem, statt über den Ringspalt 28 gezielt abgeführt werden.

Liegt das Ventil 9 korrekt auf dem Ventilsitzring 10 auf und liegt ein Spiel zwischen dem Ventilschaft 13 bzw. der Abstützplatte 12 und dem unteren Ende des Führungsstiftes 5 an der mit 22 bezeichneten Stelle vor, so tritt die Spielausgleichseinrichtung 8 wieder in Funktion. In diesem Falle wirkt auf den Druckraum 17 keine Druckkraft mehr. Dies bedeutet, der Druck im ersten Druckraum 16 ist höher, so daß das Rückschlagventil 18 gegen die Kraft der Feder 19 öffnet. Auf diese Weise wird Druckmedium vom oberen, ersten Druckraum 16 in den unteren, zweiten Druckraum 17 zugegeben und zwar solange, bis die Aktoreinheit soweit nach unten gedrückt wird, daß das Spiel bei "22" wieder beseitigt wird. Dieser Ausgleich vollzieht sich über mehrere Zyklen bzw. Arbeitsspiele des Motors.

Zu dem in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist noch zu vermerken, daß darin der Ruhezustand mit einer halboffenen Stellung des Ventiles 9 dargestellt ist. Aus diesem Grunde ist zwischen der Ankerplatte 6 und dem oberen Elektromagneten 1 ein Abstand vorhanden. Wenn der Elektromagnet 1 zur Schließung des Ventiles 9 anzieht, ist hier kein Abstand mehr vorhanden, wobei jedoch aufgrund von Verschleiß, Fertigungstoleranzen, Wärmeausdehnungen und ähnlichem ein unerwünschtes Spiel bei "22" vorhanden sein kann, bzw. entstehen könnte.

Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Zylinder 15 in eine Bohrung des Elektromagneten 1 nur eingeschoben, wobei sich die beiden Teile für die gewünschte Funktionsweise gegeneinander verschieben lassen. Allerdings tritt bei dieser Ausgestaltung der Effekt auf, daß sich die gesamte Aktoreinheit während der Fangstromzeit bewegt. Fangstromzeit bedeutet mit anderen Worten, die Zeit der Betätigung des oberen Magneten zum Schließen des Ventiles.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach der Fig. 2 soll vermieden werden, daß sich der Aktor während der Fangstromzeit bewegt. Grundsätzlich ist das Ausführungsbeispiel nach der Fig. 2 jedoch von gleichem Aufbau wie das nach der Fig. 1, weshalb nachfolgend für die gleichen Teile auch die gleichen Bezugszeichen verwendet werden.

Zusätzlich zu dem Ausführungsbeispiel nach der Fig. 1 weist die Spielausgleichseinrichtung 8 einen Verspannzylinder 23 mit einer oberen Druckkammer 24 und einer unteren Druckkammer 25 auf. Der Zylinder 15 weist an seinem oberen Ende eine ringartige Erweiterung 26 auf, die als Trennkolben zwischen den beiden Druckkammern 24 und 25 wirkt. Der Verspannzylinder 23 ist lediglich aus Montagegründen durch einen oberen Deckel 27 zweigeteilt.

Ebenso wie bei dem Ausführungsbeispiel nach der Fig. 1 sind der erste, obere Druckraum 16 und der zweite untere Druckraum 17 vorhanden. Gleiches gilt für das Rückschlagventil 18 und die Rückhaltefeder 19. In diesem Falle ist jedoch der Zylinder 15 fest mit der Aktoreinheit, d. h. dem oberen Elektromagneten 1 verbunden. Der Ringspalt zwischen dem Zylinder 15 und dem Kolben 14 mündet dabei jedoch nicht wie bei dem Ausführungsbeispiel nach der Fig. 1 "direkt" nach außen,

sondern in die obere Druckkammer 24. Zwischen der oberen Druckkammer 24 und der unteren Druckkammer 25 des Zylinders 23 ist ebenfalls eine gewollte Leckage, z. B. durch einen ringförmigen Drosselspalt 29 oder durch Drosselnuten, vorhanden. Von der unteren Druckkammer 25 aus führen wiederum gewollte Spalte, Spielpassungen, Kanäle und Bohrungen zur Druckmittelableitung nach außen. Durch die untere Druckkammer 25 wird vermieden, daß sich die Aktoreinheit und damit der Elektromagnet 1 während der Fangstromzeit bewegen. Der untere Elektromagnet 2 ist für die Öffnung des Ventiles 9 in bekannter Weise zuständig.

Das Ausführungsbeispiel nach der Fig. 2 funktioniert auf folgende Weise:

Wenn der Elektromagnet 1 bestromt wird, würden sich die Ankerplatte 6 und der Elektromagnet 1 aufeinanderzubewegen, wie es bei dem Ausführungsbeispiel nach der Fig. 1 der Fall ist. Der Kraftverlauf geht jedoch nunmehr vom Zylinder 15 auf die untere Druckkammer 25 und von da aus auf das Gehäuse und den Zylinderkopf 7. Dies bedeutet, der obere Elektromagnet 1 kann sich nicht bewegen und die Ankerplatte 6 bewegt sich alleine auf den Elektromagneten 1 zu. Die Fangstromzeit ist sehr kurz. Aufgrund der geringen Zeit kann kein Druckmittelausgleich zwischen den beiden Druckkammern 24 und 25 stattfinden. Damit verhält sich die Einheit annähernd wie ein starrer Körper. Ein Spielausgleich kann jedoch über die gesamte Zeit, in der das Ventil 9 geschlossen ist, nämlich über mehr als eine Motorumdrehung, vorgenommen werden. Dies bedeutet, zwischen der Druckkammer 24 und der Druckkammer 25 kann während dieser Zeit ein Druckausgleich stattfinden und zwar über die gewollte Leckage durch den Drosselspalt 29 bzw. das vorher aus dem zweiten Druckraum 17 verdrängte und über den Ringspalt 28 zwischen dem Spielausgleichskolben 14 und dem Zylinder 15 verdrängte Druckmittel stattfinden. Das auf diese Weise in die obere Druckkammer 24 eingeschobene Druckmittel wird über die weitere gewollte Leckage des Drosselspaltes 29 dann in die untere Druckkammer 25 und von da aus nach außen abgeführt. Diese Ableitung des Druckmittels ist während der gesamten Schließzeit des Ventiles 9 möglich und zwar im Gegensatz zu der kurzen Zeit in der Fangstromphase, in der wegen der fehlenden Druckausgleichsmöglichkeit zwischen den beiden Druckkammern 24 und 25 innerhalb der kurzen Zeit eine hydraulische Verspannung gegeben ist. Eine Bewegung der Aktoreinheit ist nur dann möglich, wenn entsprechend genügend Zeit vorhanden ist und ein negatives oder ein positives Ventilspiel ausgeglichen werden müssen.

Zur Funktionsweise dieses Ausführungsbeispiels sind die Leckagen lediglich so zu wählen, daß bei einer kurzen Belastung (Fangstromzeit) der Druckmittelvolumenstrom annähernd keine Befüllung und bei längerer Belastung (Ventilschließzeit) jedoch eine Befüllung des zweiten Druckraumes 17 bzw. eine Verschiebung der Aktoreinheit und somit einen Austausch des Druckmittels zwischen den Druckkammern 24 und 25 über den ringförmigen Drosselspalt 29 zuläßt.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur elektromagnetischen Betätigung eines Gaswechselventiles für Verbrennungsmotoren, mit einer mit dem Gaswechselventil zusammenwirkenden und in einem Zylinderkopf vorgesehenen Aktoreinheit, welche einen Anker und zwei

- beidseitig des Ankers angeordnete Schaltmagnete aufweist, wobei die Schaltmagnete das Gaswechselventil in einer Offen- und in einer Schließstellung halten, dadurch gekennzeichnet, daß die Aktoreinheit (1, 2, 6) schwimmend in dem Zylinderkopf (7) gelagert ist, wobei an der oder in der dem Gaswechselventil (9) abgewandten Seite der Aktoreinheit (1, 2, 6) eine Spielausgleichseinrichtung (8) mit einem Spielausgleichskolben (14) sowie mit einem ersten (16) und einem zweiten Druckraum (17) angeordnet ist, wobei der erste Druckraum (16) motordruckabhängig gesteuert ist und der zweite Druckraum (17) über ein Rückschlagventil (18) mit dem ersten Druckraum (16) verbunden ist, und wobei über eine Drosselverbindung (28) zwischen dem Spielausgleichskolben (14) und einem diesen umgebenden Zylinder (15) Druckmittel aus dem zweiten Druckraum (17) abführbar ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Zylinder (15) in der Aktoreinheit (1, 2, 6) in Längsrichtung des Gaswechselventiles (9) verschiebbar ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Spielausgleichskolben (14) mit einem Verspannzylinder (23) wirkverbunden ist, welcher zwei den Spielausgleichskolben (14) verspannende und mit einem Druckmedium gefüllte Druckkammern (24, 25) unter Belassung eines Drosselspaltes (29) voneinander abtrennt, wobei der Zylinder (15) fest mit der Aktoreinheit (1, 2, 6) verbunden ist und der zweite Druckraum (17) über die Drosselleitung (28) mit einer der beiden Druckkammern (24) des Verspannzylinders (23) verbunden ist (Fig. 2).
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Spielausgleichskolben (14) koaxial zur Längsachse des Gaswechselventils (9) angeordnet ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosselverbindung als Ringspalt (28) zwischen dem Spielausgleichskolben (14) und dem Zylinder (15) ausgebildet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

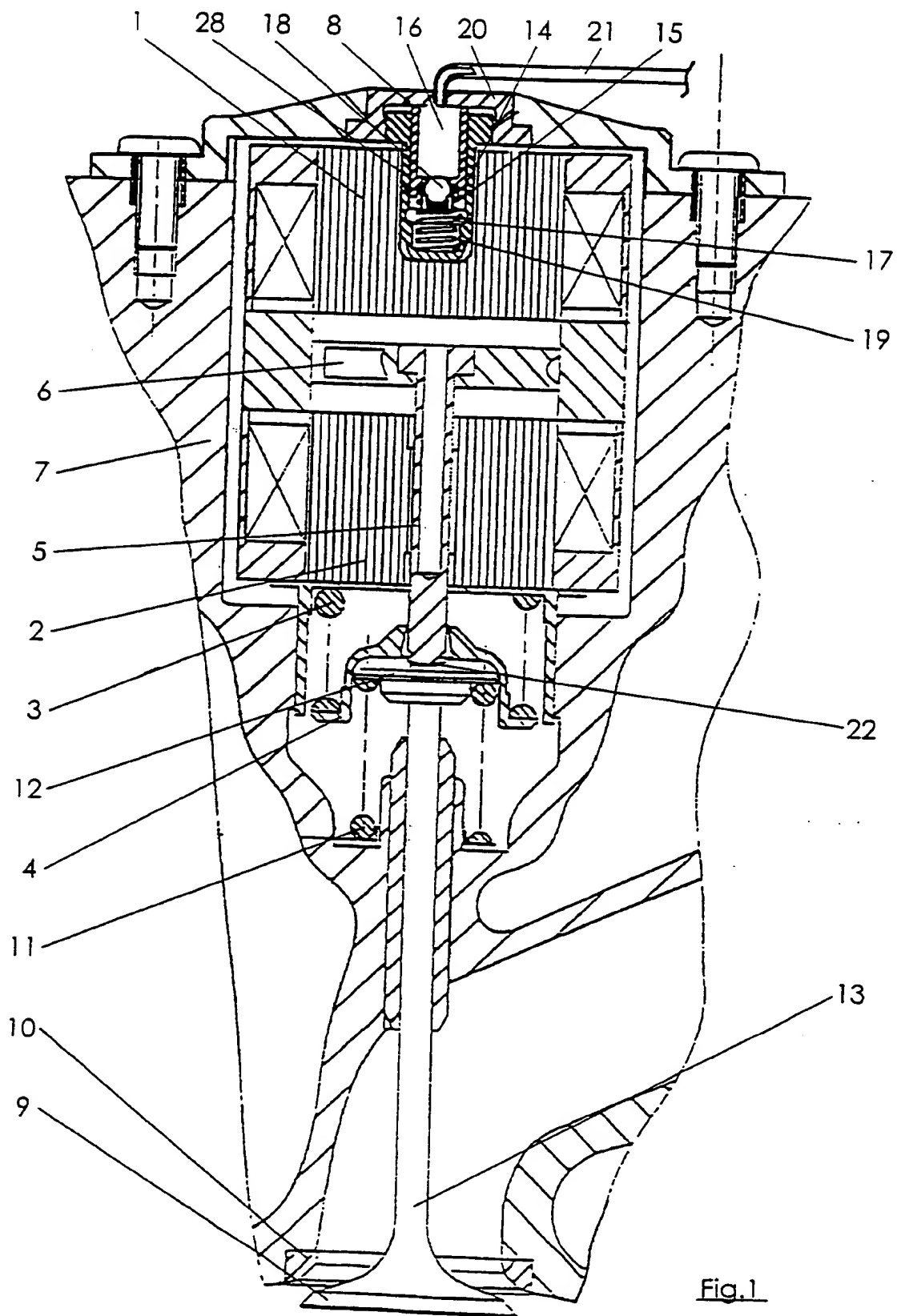


Fig.1

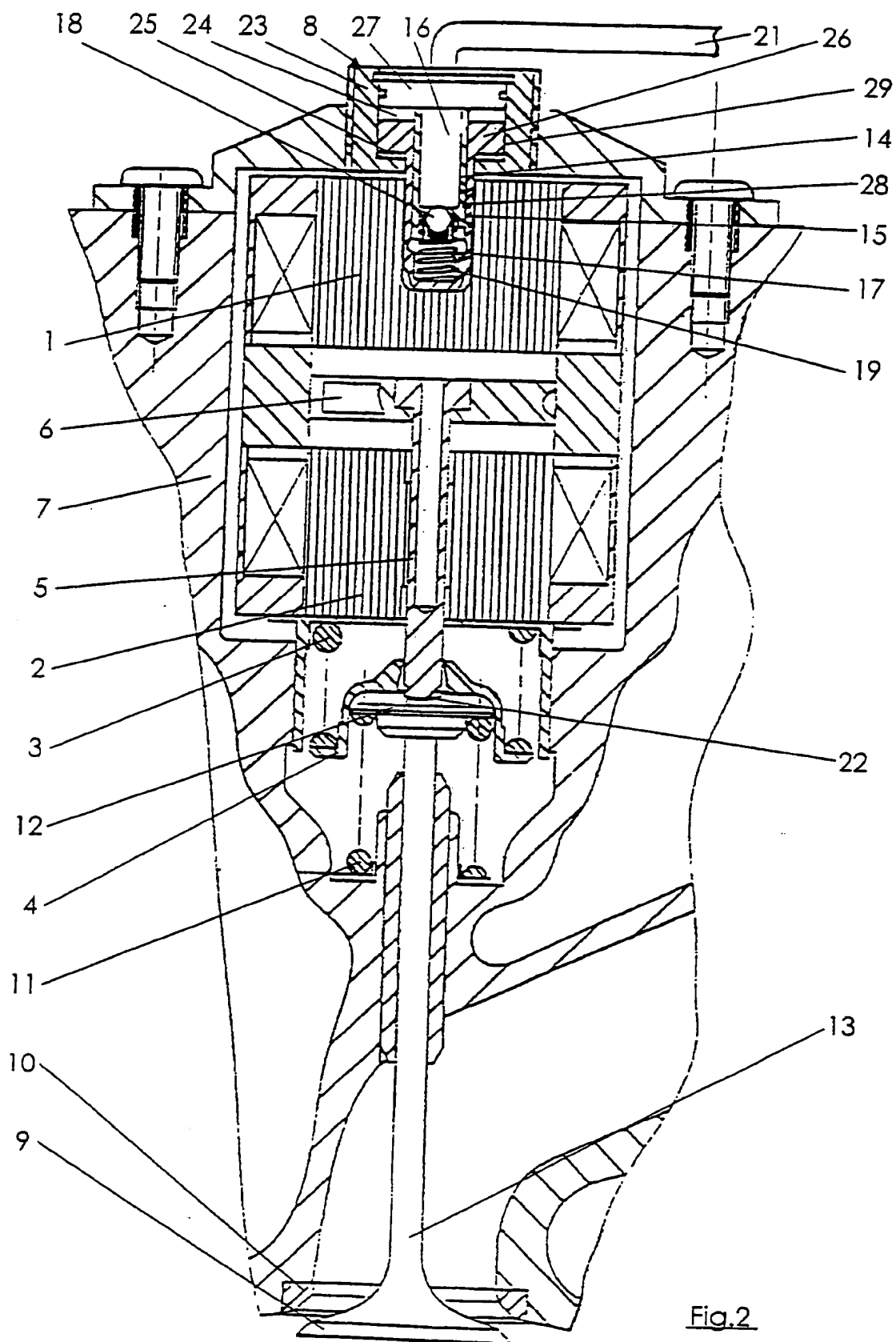


Fig.2